

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Vorhabenbezeichnung:	Sanierung Bruno.-H. Bürgelschule Teilprojekt Heizungs Austausch
Standort:	Breite Straße 69 16225 Eberswalde
Bearbeitungsphase:	LP 2 Vorplanung
Auftraggeber:	Stadt Eberswalde Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft Breite Straße 41 – 44 16225 Eberswalde
Planungsbüro:	Projektbüro Dörner + Partner GmbH Bahnhofstraße 7 16227 Eberswalde Tel. (0 33 34) 30 38 -0, Fax (0 33 34) 35 40 10 e-Mail info@doerner-partner.de
Bearbeitungsstand:	29.01.2020 Anpassung vom 18.02.2020

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 2

INHALTSVERZEICHNIS

1. Titelblatt	Blatt 1
2. Inhaltsverzeichnis	Blatt 2
3. Allgemeines	Blatt 3 – 6
4. Variantenbeschreibung	Blatt 7 – 12
5. Wirtschaftlichkeitsberechnung	Blatt 13 – 18
Anhang	Blatt 19 – 24
Wirtschaftlichkeitsberechnung Blatt 1 - Vergleich der Varianten	Blatt 19
Wirtschaftlichkeitsberechnung Blatt 2 - Kostenvergleich	Blatt 20
Wirtschaftlichkeitsberechnung Blatt 3 - Betriebskosten	Blatt 21
Wirtschaftlichkeitsberechnung Blatt 4 - Energiebedarf Wärme und Energiekosten pro Jahr	Blatt 22
Wirtschaftlichkeitsberechnung Blatt 5 - Stromverbrauch und Kosten pro Jahr	Blatt 23
Wirtschaftlichkeitsberechnung Blatt 6 - Zusammenfassung	Blatt 24

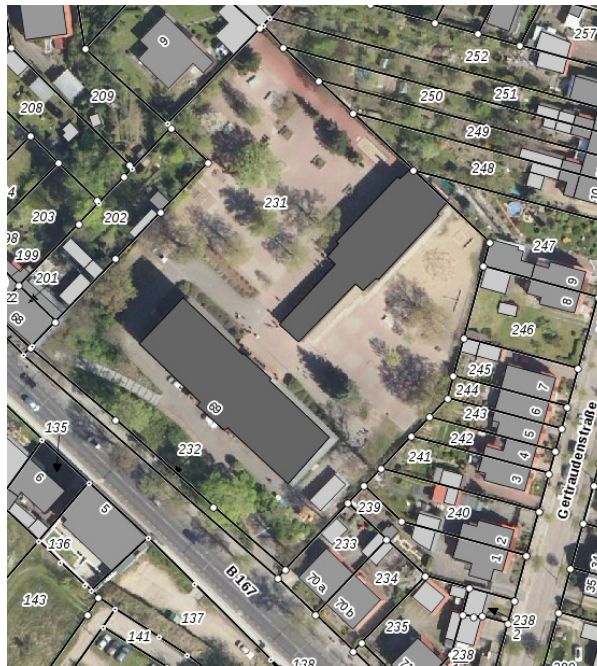
Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 3

ALLGEMEINES

Auf dem Grundstück, Breite Straße 69, in 16225 Eberswalde, plant der Bauherr, Stadt Eberswalde die Sanierung der bestehenden Schule „Bruno-H.-Bürgel-Schule“. In der vorliegenden Planung geht es um die Realisierung des Teilprojektes Heizungs austausch. Durch die geplanten Umbaumaßnahmen soll der aktuelle beschädigte Gasbrennwertkessel gegen einen neuen Heizungserzeuger ausgetauscht werden.



Diese bauliche Maßnahme soll mit Fördermitteln und städtischen Mitteln finanziert werden.

Die Fördermaßnahmen sind an Zuwendungsbestimmungen gebunden, die die bundes- und landesrechtlichen Regelungen, in der jeweiligen Fassung, wie die baurechtlichen Bestimmungen der Bauordnung für das Land Brandenburg einbeziehen.

Für die Gesamtbaumaßnahme ist es vorgesehen, dass vorhandene Gebäude bei laufendem Betrieb in 4 Bauabschnitten (2020 bis 2025) zu sanieren. Das Teilprojekt Inklusion soll im Zeitraum von 2019-2021 realisiert werden. Anschließend ist die Komplexsanierung der Grundschule und der Turnhalle geplant.

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 4

Vorhandener Heizwärmeerzeuger

Im Bestand ist ein Gas-Brennwertkessel mit 314 kW Nennleistung verbaut. Abbildung 1 zeigt den aktuellen Zustand des Kessels. Hier ist erkennbar, dass die Außenwand stark durch Rost beschädigt ist.



Abbildung 1 - Durchrostung am Bestandskessel

Lage, Größe, Zuschnitt des Heizungsaufstellraumes

Der Heizungsaufstellraum befindet sich im Bestand im Kellergeschoss im Raum „0.05 Heizung“. Weitere technische Ausrüstung wie Pufferspeicher und Warmwasserspeicher befinden sich im Raum „0.04 Heizung“, der Raum „0.06 Lager“, welcher das ehemalige Öltanklager ist, wird momentan als Stuhllager genutzt. Der Raum „0.05 Heizung“ hat Raummaße von B x L 3,02 m x 5,88 und somit eine Gesamtfläche von 17,76 m². Die Raumhöhe variiert aufgrund der sich über dem Raum befindlichen Treppenaufgangs in das Erdgeschoss.

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 5

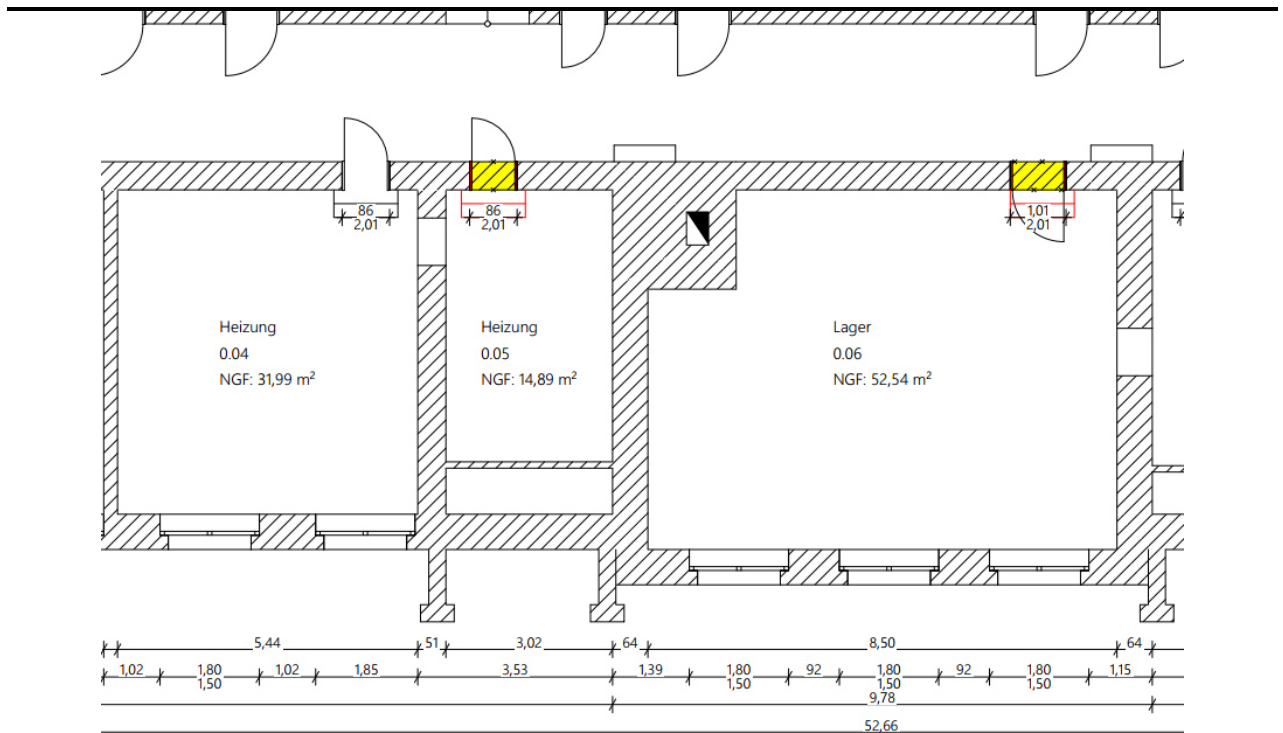


Abbildung 2 - Ausschnitt Kellergeschoss

Eigentümer

Eigentümer des Grundstücks ist die Stadt Eberswalde, Breite Straße 41-44, in 16225 Eberswalde.

Nutzer

Der Nutzer des Grundstücks ist die Grundschule sowie der Hort.

PKW-Stellplätze

PKW-Stellplätze auf dem Grundstück sind nur 2 Stück vorhanden. In unmittelbarer Nähe der Wohnbebauungen sind ausreichend unentgeltliche Stellplätze zu finden. Eine Stellplatzsatzung der Stadt Eberswalde existiert nicht.

Gegenwärtige Nutzung

Das Grundstück ist gegenwärtig bebaut mit einem viergeschossigen, unterkellerten Gebäude mit einem zum Teil ausgebauten Dachstuhl. Es wird als Grundschule genutzt. Auf dem Grundstück befindet sich im nördlichen Teil ein weiteres eingeschossiges, teilunterkellertes Gebäude, welches als Einfeld-Sporthalle genutzt wird.

Heizleistung

Im Zuge des Umbaus des Schulgebäudes wird die Raumaufteilung angepasst, wodurch die Küche und geplante Kinderküche den Raum „0.04 Heizung“ einnehmen sollen, während die Heizungstechnik sich auf den Raum „0.05 Heizung“ beschränken soll. Entsprechend dieses Umbaus wird der aktuelle Durchgang zwischen beiden Räumen geschlossen, sodass die Bestimmungen der BbgFeuV zu Heizungsaufstellräumen eingehalten werden. Weiterhin wird ein gesonderter Zugang von Flur des Kellergeschosses in den Heizungsraum geplant.

Für den Austausch des Heizwärmeerzeugers wurden 3 Varianten der Wärmeerzeugung hinsichtlich ihrer Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht. Im Folgenden werden die Varianten näher beschrieben, sowie auf Vor- und Nachteile der einzelnen Varianten eingegangen.

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 6

Bei der geplanten Sanierung des Schulgebäudes werden die Fenster ausgetauscht, wodurch sich die thermische Hülle leicht verbessert. Für die Auslegung des Wärmeerzeugers wurde daher die benötigte Heizleistung, welche sich durch die verbesserte Hülle und zusätzliche Anlagentechnik beim Umbau ergibt, kalkuliert.

Heizlast Schulgebäude und Turnhalle	235 kW
Lüftungsgerät WC-Abluft Schulgebäude	18 kW
Lüftungsgerät Umkleiden Turnhalle	14 kW
Gesamtleistung	267 kW

Des Weiteren wird für die Bereiche der Duschen in der Turnhalle und der Küche eine Warmwasserversorgung über Frischwasserstationen realisiert. Die für die Frischwasserstationen benötigte Leistung ist jedoch für die Gesamtleistung nicht ausschlaggebend, da diese über Pufferspeicher abgefangen wird, sowie als Vorrangschaltung gegenüber der Raumheizung gefahren wird. Die im Bestand vorhandene Anlagentechnik wird auf Funktionsfähigkeit geprüft und im Zweifelsfall zurückgebaut.

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 7

VARIANTENBESCHREIBUNG

Variante 1 – Pelletkessel

Entsprechend der Vorgaben des Bauherrn wird die Versorgung mittels einer Pellet-Anlage untersucht.

Im Heizungsraum 0.05 werden 2 Pelletkessel mit je 120 kW Nennleistung in Kombination mit einem 2200 l Pufferspeicher aufgebaut. Der bestehende Verteilerbalken wird zurückgebaut und durch einen Verteiler mit 4 Kreisen ersetzt. Sofern im weiteren Planungsverlauf keine Mehrleistung erforderlich ist kann der bestehende Gasanschluss bis zur Hauseinführung zurückgebaut werden.

Die Verbrennungsluftzufuhr erfolgt über die im Bestand für den Gas-Brennwertkessel vorhandenen Öffnungen. Die Abgasabfuhr erfolgt über den im Bestand vorhandenen Schornsteinzug.

Als Lagerraum für die Pellets wird hierfür das Lager 0.06 verwendet. Der Raum wird auf Höhe des Schornsteinzuges durch eine Wand geteilt, da die Raumgeometrie für die Pelletförderung nicht vorteilhaft ist. Da die Fläche im Heizungsraum begrenzt ist werden hier zusätzliche Technik wie ein 2200 l Pufferspeicher, sowie ein Membran-Ausdehnungsgefäß untergebracht.

Die Flächennutzung des Pellet-Lagers wird durch den Einsatz von Pellet-Maulwürfen optimiert, wodurch der Einsatz von Rampen in der Schüttung nicht notwendig wird, und so weniger Raumvolumen verloren geht. Die durch den Maulwurf geförderten Pellet werden über ein Schlauchsystem unter der Decke in die Stoker-Vorrichtung den Pelletkesseln zugeführt. Sämtliche elektrische Anlagen im Pellet-Lager werden entsprechend BbgFeuV §11 Absatz 5 und §14 des Geräte- und Produktsicherheitsgesetz für elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen ausgeführt.

Mit der Unterteilung des Lagers ergeben sich folgende Raumflächen

Bezeichnung	Fläche
Aufstellfläche Pufferspeicher	12,42 m ²
Pellet-Lager Kessel 1	20,06 m ²
Pellet-Lager Kessel 2	20,06m ²

Kombiniert ergibt sich für die Pelletlagerfläche ein Lagervolumen vom ~ 150 m³

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 8

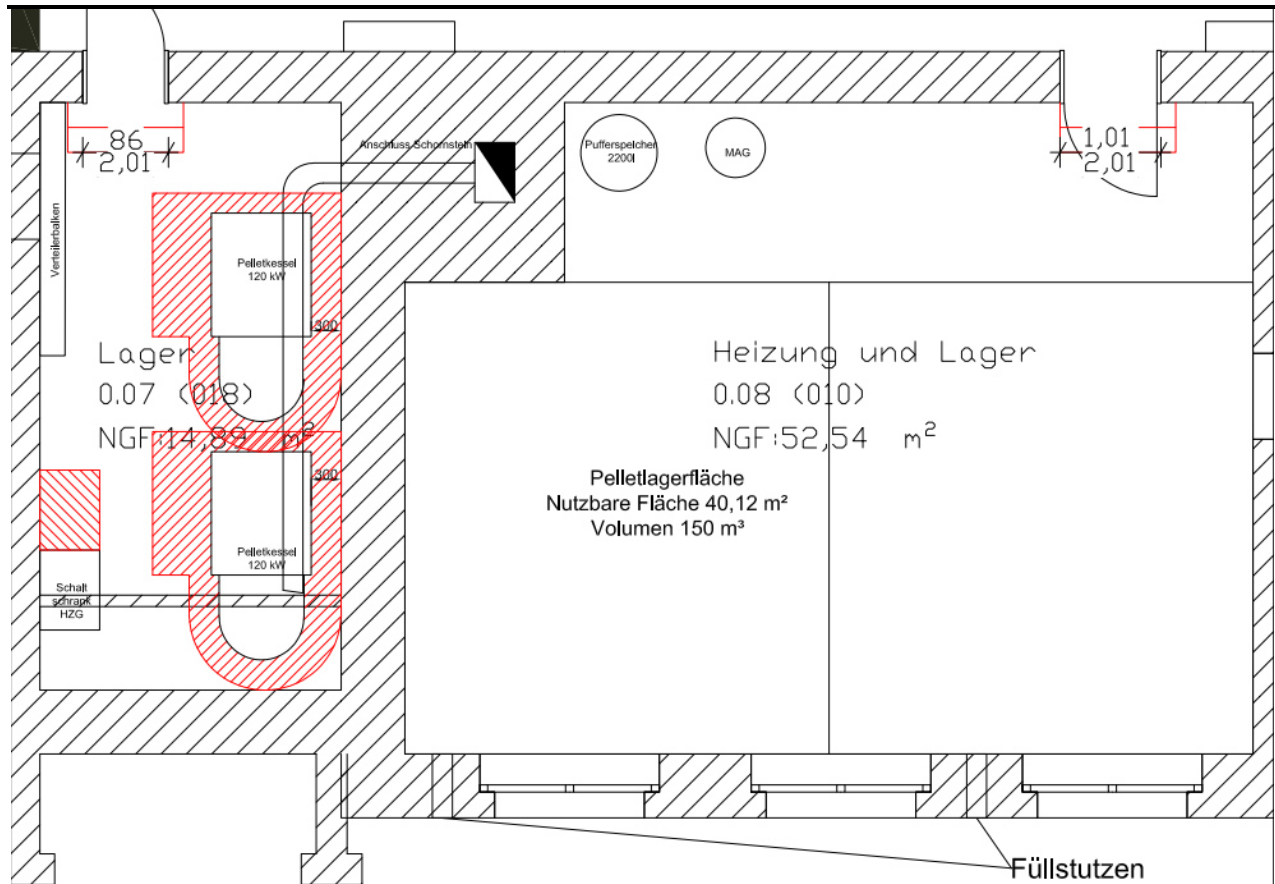


Abbildung 3 - Aufstellfläche Pelletkessel

Die Befüllung der Pellet-Lager erfolgt über Einblasöffnungen seitens der Einfahrt des Schulgebäudes von der Breite Straße. Durch das Nutzbare Volumen von 150 m³ muss das Pelletlager etwa 1x jährlich neu befüllt werden.

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 9

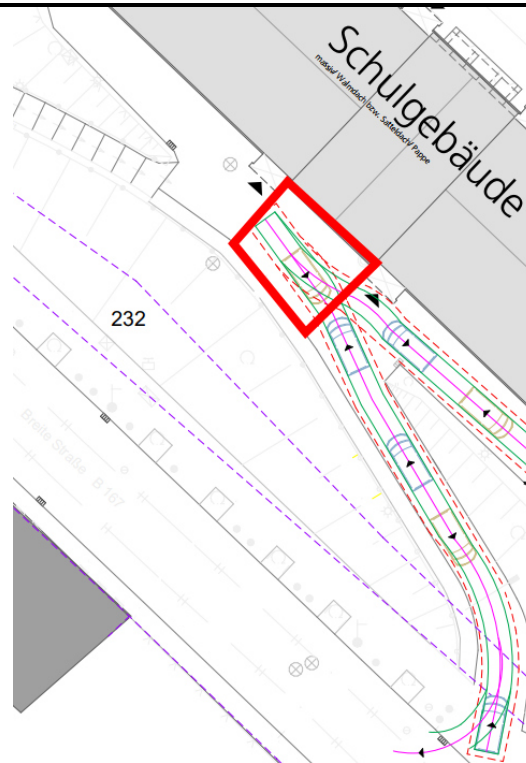


Abbildung 4 - Aufstellfläche Pelletbelieferung

Vorteile

- Versorgung mittels nachwachsender Rohstoffe
- Verringerter CO₂-Ausstoß
- Umfangreiche Förderung möglich
- Geringe Energiekosten

Nachteile

- Hoher Platzbedarf - 0.06 Lager entfällt für anderweitige Nutzung
- Hohe Anschaffungskosten
- Hoher Wartungsaufwand: Reinigung von Staub und Asche
- Qualitätsschwankungen: Starke Abhängigkeit von Qualität der Pellets

Variante 2 – Gasbrennwertkessel

Als 2. Variante wird der Ersatz des beschädigten Gasbrennwertkessels durch eine Kaskade von 2 Gasbrennwertkesseln mit je 150 kW thermischer Leistung in Kombination mit einem 300 l Pufferspeicher untersucht. Durch den Einsatz von 2 Kesseln wird eine bessere Modulation erreicht und es ist bei Ausfall eines Wärmeerzeugers in der Übergangszeit der Heizperiode weiterhin ein Betrieb durch den 2. Wärmeerzeuger möglich.

Der bestehende Verteilerbalken wird zurückgebaut und durch einen Verteiler mit 4 Kreisen ersetzt.

Die Verbrennungsluftzufuhr erfolgt über die im Bestand für den Gas-Brennwertkessel vorhandenen Öffnungen.

Die Abgasabfuhr erfolgt über den im Bestand vorhandenen Schornsteinzug.

Beide Wärmeerzeuger, sowie der Pufferspeicher und sonstige Anlagentechnik der Heizung werden im Raum „0.05 Heizung“ aufgestellt. Im Zuge des Umbaus und des Umzugs der Küche in den Raum „0.04 Heizung“, in

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 10

welchem sich der Gasanschluss befindet, muss die aktuelle Leitungsführung der Gasleitung vom Hausanschluss aus angepasst werden.

Als Ausgleich zur Brennwerttechnik soll auf dem Dach der Turnhalle gemäß Bauherrenwunsch eine Solarthermieanlage vorgesehen werden. Da die Warmwassernutzung innerhalb der Schullnutzung nur sehr gering ist und auch die bestehende Vereinsnutzung der Turnhalle nur einen geringen Warmwasserbedarf hat wird nur eine kleine Kollektorfläche vorgesehen. Aus den genannten Gründen wird auf der Süd-Ost Seite des Daches der Turnhalle eine Kollektorfläche von 9 m² in Kombination mit einem 500 l Solarspeicher mit Frischwasserstation vorgesehen.

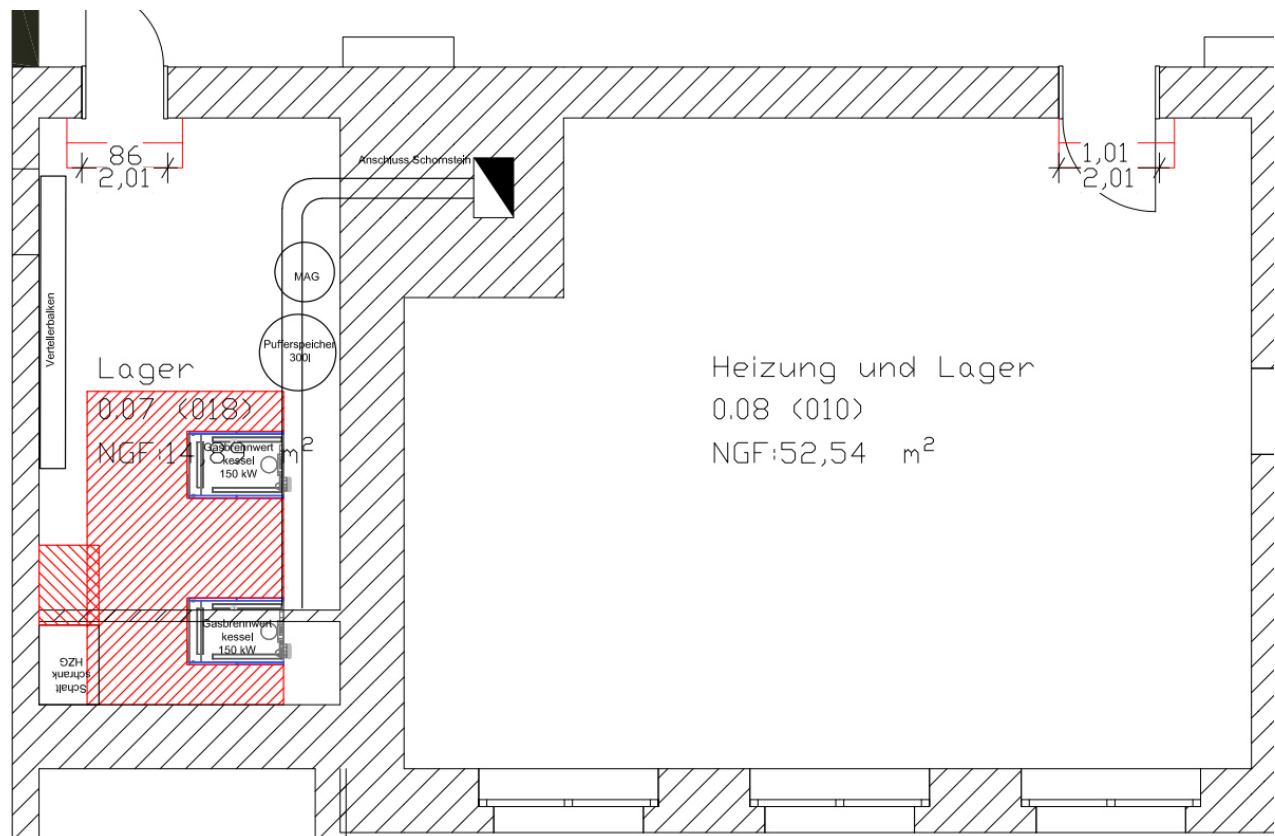


Abbildung 5 - Aufstell- und Bewegungsflächen Gas-Brennwert-Kaskade

Vorteile

- Geringer Platzbedarf - Anderweitige Nutzung von 0.06 Lager möglich
- Geringe Investitionskosten
- Geringer Wartungsaufwand

Nachteile

- Hoher CO₂-Ausstoß

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 11

Variante 3 – BHKW mit Spitzenlastkessel

Als 3. Variante wird ein BHKW zur Grundlastversorgung mit gleichzeitiger Stromproduktion in Kombination mit einem Spitzenlast Gasbrennwertkessel und einem 1000 l Pufferspeicher untersucht.

Aus den vom Auftraggeber übergebenen Stromrechnungen geht ein durchschnittlicher Stromverbrauch von ~40.000 kWh pro Jahr hervor.

Da bei BHKW die Stromproduktion an die Wärmeproduktion gekoppelt ist, muss ein entsprechender Wärmebedarf vorhanden sein. Durch den Wegfall der Zapfstellen für Warmwasser im Gebäude, mit Ausnahme der Sporthalle und der Küche, ist im Sommer nur eine sehr geringe Wärmelast vorhanden. Daher wird nur ein kleines BHKW mit 6 kW elektrisch und 14 kW thermisch vorgesehen. Der Rest der benötigten Leistung wird durch ein Gasbrennwertkessel mit 250 kW Wärmeleistung erbracht. Ein Teil des produzierten Stromes kann selbstverbraucht werden, sofern die Strom-Eigenproduktion größer ist als der Stromverbrauch. Ist die Stromproduktion höher als der Eigenstromverbrauch, kann der überschüssige Strom in das öffentliche Netz eingespeist werden und verkauft werden.

Anders als in Variante 2 wird keine Solarthermie als Ausgleich der Brennwerttechnik vorgesehen, da diese die benötigte Leistung für die Trinkwarmwassererwärmung verringern würde, wodurch die Laufzeit des BHKW verringert werden würde.

Der bestehende Verteilerbalken wird zurückgebaut und durch einen Verteiler mit 4 Kreisen ersetzt.

Die Verbrennungsluftzufuhr erfolgt über die im Bestand für den Gas-Brennwertkessel vorhandenen Öffnungen.

Die Abgasabfuhr erfolgt über den im Bestand vorhandenen Schornsteinzug.

Beide Wärmeerzeuger, sowie der Pufferspeicher und sonstige Anlagentechnik der Heizung werden im Raum „0.05 Heizung“ aufgestellt. Im Zuge des Umbaus und des Umzugs der Küche in den Raum „0.04 Heizung“, in welchem sich der Gasanschluss befindet, muss die aktuelle Leitungsführung der Gasleitung vom Hausanschluss aus angepasst werden.

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 12

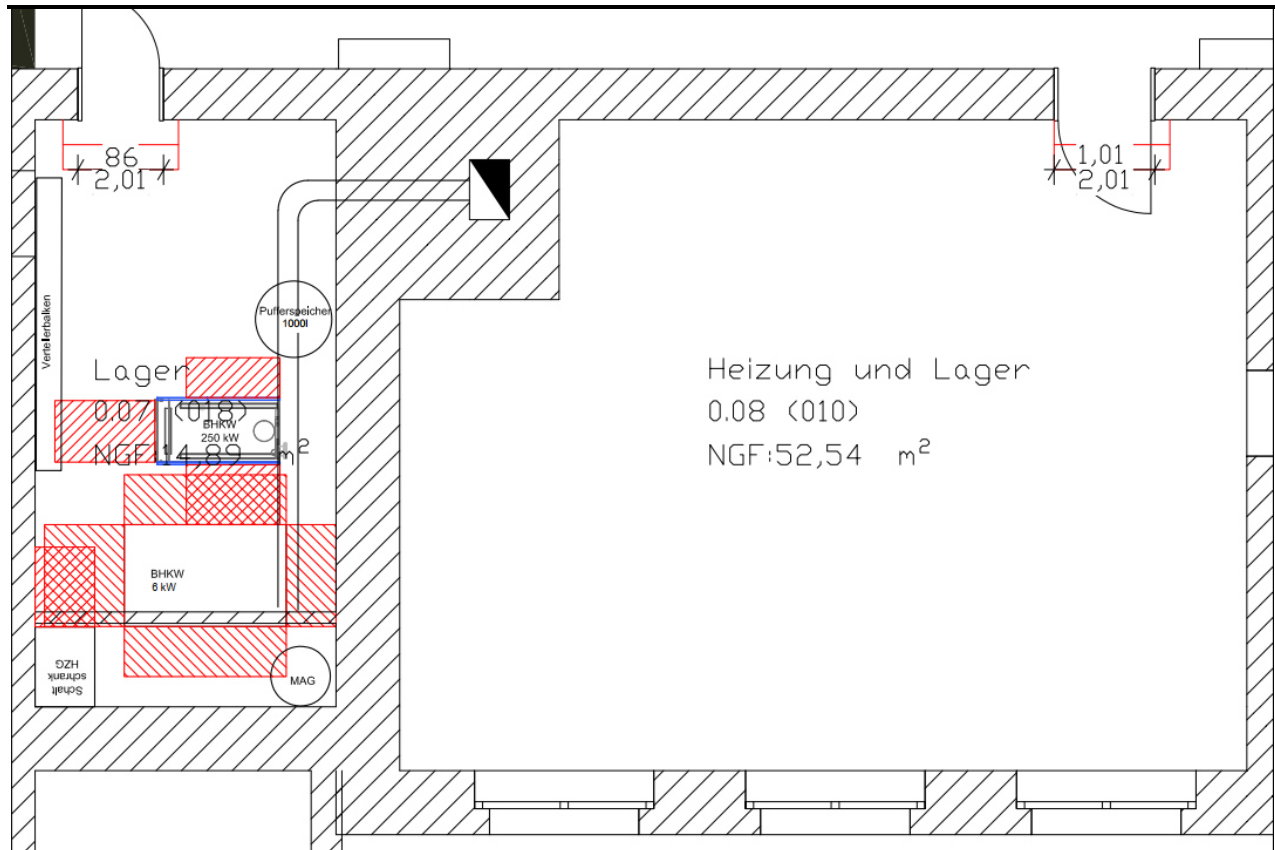


Abbildung 6 - Aufstell- und Bewegungsflächen BHKW + Gasbrennwertkessel

Vorteile

- Geringer Platzbedarf - Anderweitige Nutzung von 0.06 Lager möglich
- Geringe Stromkosten durch Eigenstromproduktion
- Verringerung Globaler CO₂-Ausstoß durch Eigenstromproduktion

Nachteile

- Hohe Anschaffungskosten
- Hoher lokaler CO₂-Ausstoß

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 13

WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

Kapitalgebundene Kosten – Investitionskosten

Die Investitionskosten für die der dargestellten Varianten setzen sich zusammen aus den Kosten der Wärmeerzeugungsanlagen, Warmwasserbereitung, sowie den Kosten für Heizkreisverteilern mit Pumpengruppen und Verrohrung der Heizungszentrale.

Die Kapitalgebundenen Kosten der einzelnen Varianten setzen sich wie folgt zusammen:

V1 – Pelletkessel	91.892 €
2x Pelletkessel 120 kW	58.009 €
Pelletlager	19.282 €
Warmwassererzeugung	4.514 €
Verteiler + Pumpengruppen	10.088 €
V2 – Gasbrennwert + Solarthermie	83.615 €
2x Gasbrennwertkessel 150 kW	56.050 €
Warmwassererzeugung	6.220 €
Solarthermie 9 m ²	2.023 €
Solarpufferspeicher 500 l	2.142 €
Verteiler + Pumpengruppen	17.179 €
V3 – BHKW + Gasbrennwert	97.299 €
BHKW 6 kW elektr., 14 kW therm.	39.397 €
Gasbrennwertkessel 250 kW	34.503 €
Warmwassererzeugung	6.220 €
Verteiler + Pumpengruppen	17.179 €

Tabelle 1 - Investitionskosten

Die angegebenen Preise sind die zusammengefassten Kosten der Anlagentechnik inklusive deren Zubehör und Regelung. Der Übersichtlichkeit sind die angegebenen Preise auf ganze Euro gerundet.

Eventuelle Unterschiede zur Kostenberechnung ergeben sich aus der Zuordnung der Kostengruppen und der daraus resultierenden Kostenverschiebungen. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgt auf eine Nutzungsdauer von 15 Jahren. Die Nutzungsdauer der Anlagenteile ist an die VDI 2067 angelehnt und kann der Berechnung entnommen werden. Die jährliche Abschreibung von Anlagen wird nicht berücksichtigt.

Für alle drei Varianten wurde von einer Preissteigerungsrate von 3 % p.a. ausgegangen. Alle Preise sind als Brutto-Preis angegeben.

Durch den öffentlichen Bauträger wird kein Investitionszins angenommen, die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung entspricht hierdurch einer statischen Berechnung.

Betriebsgebundene Kosten – Wartung, Instandhaltung, Bedienung

Für die Wartung und Instandhaltung wurden entsprechend in Anlehnung an die VDI 2067 die Kosten anteilig an den Anschaffungskosten der jeweiligen Varianten berechnet. Als Preissteigerungsrate wurden 3 % p.a. festgelegt.

Die Stundenanzahl für die Bedienung der Anlagentechnik wird in Anlehnung an der VDI 2067 angenommen. Als Stundensatz des Monteurs, inklusive An- und Abfahrt, werden 60 €/h angenommen.

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 14

Die Berechnung der jährlichen Abschreibung wurde linear auf Basis der Nutzungsdauer in Anlehnung an die VDI 2067-1 ermittelt.

Von der genauen Aufschlüsselung der Betriebsgebundenen Kosten der einzelnen Anlagenteile wird an dieser Stelle abgesehen. Stattdessen wird auf die beiliegende Berechnung verwiesen, in der die Faktoren detailliert dargestellt sind.

Jährliche Kosten	V1 - Pelletkessel	V2 - Gasbrennwert + Solarthermie	V3 - BHKW + Gasbrennwert
Abschreibung	5.820 €/a	5.122 €/a	6.484 €/a
Instandsetzung	2.130 €/a	912 €/a	3.029 €/a
Wartung	1.837 €/a	571 €/a	1.133 €/a
Bedienung	900 €/a	1.500 €/a	7.200 €/a
Gesamt	10.686 €/a	8.104 €/a	17.846 €/a

Tabelle 2 - Betriebsgebundene Kosten im ersten Jahr

Bedarfsgebundene Kosten – Energie-, und Brennstoffkosten

Im Zuge der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden die Brennstoffkosten zur Wärmeerzeugung durch den Betrieb der Anlage verglichen. Für alle Varianten und alle Energieträger wurde eine Preissteigerungsrate von 3% p.a. angenommen.

Als Gaspreis wurde aus den von der Stadt Eberswalde übermittelten Rechnung über den Gasverbrauch für das Jahr 2018 ein Bruttopreis von 4,42 ct/kWh ermittelt. Der Pelletpreis wird mit 4,5 ct/kWh angesetzt.

Als Basis für den Wärmebedarf wurde der mittlere Gasverbrauch der Jahre 2016 bis 2018 angenommen, da zwar eine Verbesserung der Fassade durch den geplanten Fensteraustausch vorgenommen wird, jedoch auch zusätzliche Wärmeleistung für den Betrieb der geplanten Lüftungsgeräte benötigt wird.

Der Deckungsanteil des BHKWs an der Wärmeerzeugung ergibt sich aus Herstellerberechnungen.

		Erzeugte Wärmeenergie	Energiekosten Gebäudeheizung
Variante 1	2x Pelletkessel 120 kW	523.000 kWh	24.774 €/a
Variante 2	2x Gasbrennwertkessel 150 kW + Solarthermie	523.000 kWh	24.113 €/a
Variante 3	Gasbrennwertkessel 250 kW BHKW 14 kW (therm.)	437.228 kWh 85.772 kWh	20.159 €/a 4.174 €/a

Tabelle 3 - Energiekosten Wärmeerzeugung

Zusätzlich werden die Kosten zur Warmwasserbereitung mit betrachtet, welche Variantenunabhängig 23 €/a betragen. Die Berechnung und die Ergebnisse der Berechnung des Energiebedarfes können der Wirtschaftlichkeitsberechnung entnommen werden.

Stromkosten

Da für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung ein BHKW betrachtet wird, unterscheidet sich der Stromverbrauch der Varianten, weshalb dieser hier betrachtet wird.

Aus den von der Stadt Eberswalde übergebenen Stromrechnungen der Jahre 2016 bis 2019 der Bruno.-H.-Bürgelschule wird ein mittlerer Stromverbrauch von 39.972 kWh pro Jahr angenommen. Als Strompreis wird der Strompreis der Abschlagsrechnung von 2019 von 26,41 ct/kWh angesetzt. Strom der in das öffentliche Netz

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 15

eingespeist wird, wird mit 11 ct/kWh angenommen. Für alle Varianten eine Preissteigerungsrate von 3% p.a. angenommen.

In den Varianten V1 – Pelletkessel und V2 – Gasbrennwert + Solarthermie gibt es keinen ortsnahe produzierten Strom, wodurch der gesamte Strom durch das öffentliche Netz gedeckt werden muss. Hieraus entstehen jährliche Kosten von 10.557 €/a.

Durch den Einsatz eines BHKWs mit 6 kW elektr. Wird parallel zur Wärme auch Strom erzeugt. Gemäß Hersteller-Auslegung deckt bereits ein 6 kW BHKW 90% des jährlichen Stromverbrauchs, was 37.219 kWh/a. 97% des Strombedarfs werden aus Eigenerzeugung genutzt, was 36.102 kWh/a. Der überschüssige erzeugte Strom mit 1.117 kWh/a wird in das öffentliche Netz eingespeist.

	Strom Einspeisung		Strom Netzbezug		Saldo
V1 – Pelletkessel	-	0 €/a	41.224 kWh/a	10.887 €/a	10.887 €/a
V2 – Gasbrennwert + Solarthermie	-	0 €/a	41.224 kWh/a	10.887 €/a	10.887 €/a
V3 – BHKW + Gasbrennwert	1.117 kWh/a	-123 €/a	5.122 kWh/a	1.353 €/a	1.230 €/a

Tabelle 4 - Stromkosten

Für die Berechnung des erzeugten, sowie dem Eigenbezug des selbsterzeugten Stroms wurden Standard-Lastenprofile verwendet. Ein Lastenprofil des Tages- und Monatsganges lag zum Zeitpunkt der Berechnung nicht vor.

Auswertung

Tabelle 5 vergleicht die Investitionskosten, betriebsgebundenen und bedarfsgebunden (Wärme, Strom) Kosten der jeweiligen Varianten zum Errichtungszeitpunkt. Hieraus ist ersichtlich, dass Variante 3 die höchsten Investitionskosten aufweist. Die niedrigsten Investitionskosten weist Variante 2 auf. Im Gegensatz dazu stehen die jährlichen Kosten, welche bei Variante 3 am niedrigsten sind und bei Variante 1 am höchsten.

	V1 Pelletkessel	V2 Gasbrennwert + Solarthermie	V3 BHKW + Gasbrennwert
Investitionskosten	91.892 €	83.615 €	97.299 €
Betriebsgebundene Kosten pro Jahr	10.686 €/a	8.104 €/a	17.846 €/a
Bedarfsgebundene Kosten pro Jahr	35.684 €/a	35.023 €/a	25.586 €/a

Tabelle 5 - Kostenvergleich

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 16

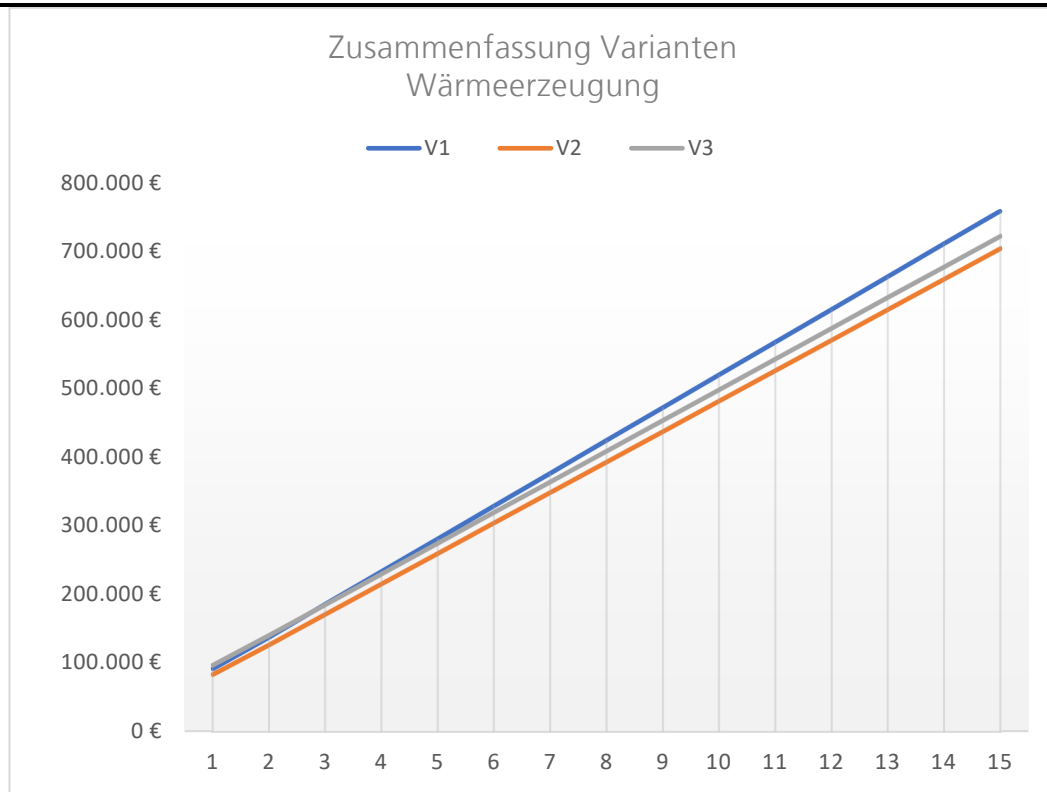


Abbildung 7 - kumulierte Auszahlungen

In Abbildung 7 werden die aufsummierten Auszahlungen der einzelnen Varianten miteinander verglichen. Hieraus ist ersichtlich, dass die Variante 1 am Ende des Betrachtungszeitraumes von 15 Jahren die höchsten kumulierten Kosten hat und somit am unwirtschaftlichsten ist.

Am Ende des Betrachtungszeitraumes ist Variante 2 (Gasbrennwertkessel mit Solarthermie) am wirtschaftlichsten.

In Summe werden am Ende des Betrachtungszeitraumes Auszahlungen in folgender Höhe berechnet:

Variante 1 – Pelletkessel:	759.154 €
Variante 2 – Gasbrennwertkessel mit Solarthermie:	704.225 €
Variante 3 – BHKW mit Gasbrennwertkessel:	722.279 €

Fazit

Die Variante 2 – Gasbrennwertkessel mit Solarthermie stellt sich als die wirtschaftlichste Variante innerhalb des betrachteten Zeitraumes von 15 Jahren heraus.

Betrachtet man die jährlichen Abschreibungen der Anlagen nicht, ergibt sich die Variante 2 – BHKW und Gasbrennwertkessel als die wirtschaftlichste. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass zum Zeitpunkt des Berichtes zwar die Erstellung ein Lastenprofil des Tages- und Wochenganges des Stromverbrauchs beauftragt wurde, die Ergebnisse hierzu jedoch noch nicht vorlagen. Es wird jedoch empfohlen, wenn nötig die Ergebnisse der Variante 2 nach Vorlage der Ergebnisse erneut zu evaluieren.

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 17

In die Betrachtung der Wirtschaftlichkeitsanalyse sind keine eventuellen Förderprogramme eingegangen. Die untersuchten Anlagen sind bedingt förderfähig. So wird vom Auftraggeber aufgrund der Umweltaspekte eine Anschaffung mit umfangreicher Förderung einer Pelletanlage als Wärmeerzeuger ins Auge gezogen. Ohne Fördergelder ist die Pelletanlage hier als die unwirtschaftlichste hervorgegangen. Damit die untersuchte Pelletanlage gegenüber den anderen untersuchten Varianten als wirtschaftlich über einen Betrachtungszeitraum von 15 Jahren angesehen werden kann, müsste eine Förderung von mindestens 75% durch externe Quellen erfolgen. Dies erfolgt unter der Annahme, dass für die Variante 2 keine Förderungen in Anspruch genommen werden können und für die Varianten 3 eine Maximalförderung von 80% für das BHKW, ohne Förderung der anderen Anlagen, vorhanden ist.

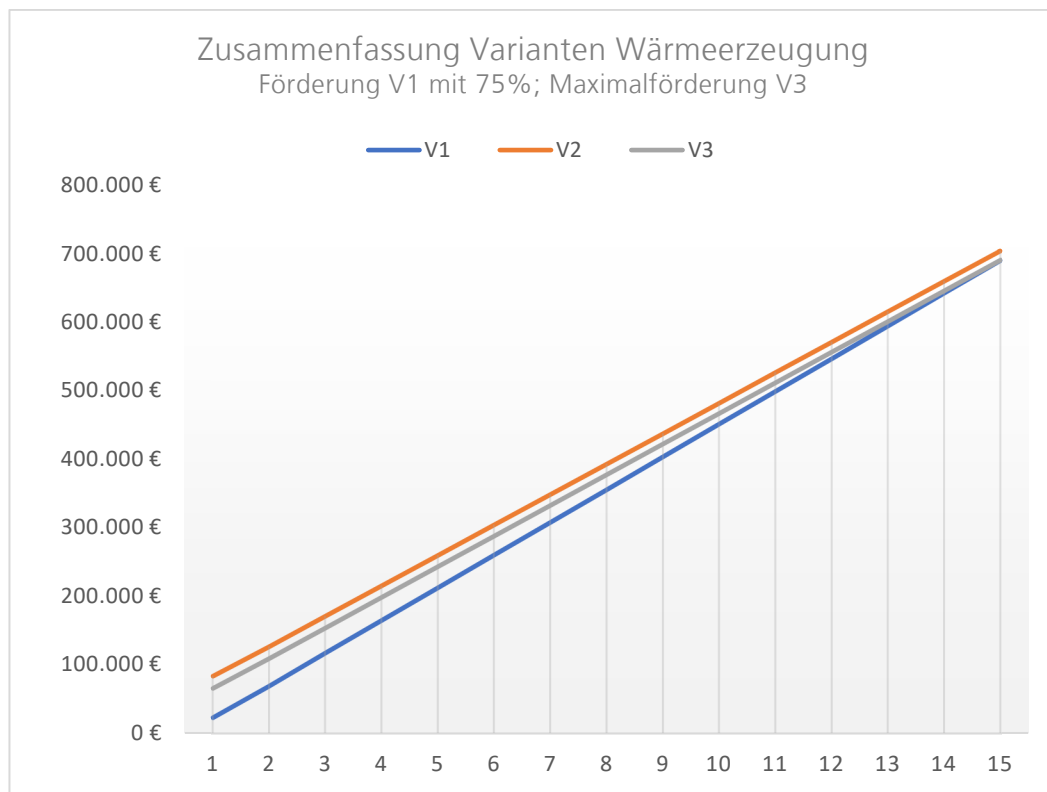


Abbildung 8 - kumulierte Auszahlungen mit 75% Förderung für V1, Maximalförderung V3

In diesem Fall wären die kumulierten Auszahlungen nach 15 Jahren wie folgt:

Variante 1 – Pelletkessel:	690.235 €
Variante 2 – Gasbrennwertkessel mit Solarthermie:	704.225 €
Variante 3 – BHKW mit Gasbrennwertkessel:	690.761 €

Wird die Förderung für die Pelletanlage erhöht, wird diese dementsprechend auf über den gesamten Betrachtungszeitraum vorteilhafter.

Entsprechend den Angaben des Auftraggebers sind für einzelnen Varianten folgende Förderungen möglich:

Sanierung Bruno.-H.-Bürgelschule in Eberswalde Teilprojekt Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 18

	V1 Pelletkessel	V2 Gasbrennwert + Solarthermie	V3 BHKW + Gasbrennwert
Errichtungskosten	91.892 €	83.615 €	97.299 €
Maximal mögliche Förderung	73.513,60 €	-	31.517,60 €
Kostenanteil Bauherr	18.378,40 €	83.615 €	65.781,40 €

Tabelle 6 - maximale Förderung

Variantenuntersuchung Wärmeversorgung - Blatt 1 / Vergleich der Varianten

Projekt: Sanierung GS Bruno-H.-Bürgel und Sporthalle
 Straße: Breite Straße 69
 Ort: D - 16255 Eberswalde
 Haustyp: Schulgebäude

Bauherr: Stadt Eberswalde
 Straße: Breite Straße 41-44
 Ort: D - 16255 Eberswalde
 Telefon: -

Vergleichspunkte	Variante 1		Variante 2		Variante 3	
	Pelletkessel		Gasbrennwert + Solarthermie		BHKW + Gasbrennwert	
		+ / -		+ / -		+ / -
Platzbedarf Heizzentrale	hoher Platzbedarf (Pufferspeicher etc.)	-	geringer Platzbedarf (Pufferspeicher etc.)	++	geringer Platzbedarf (Pufferspeicher etc.)	++
Platzbedarf Brennstoffbevorratung	hoher Platzbedarf, ca. 180 m² bei 3,75m Raumhöhe	--	nicht erforderlich	+	nicht erforderlich	+
Platzbedarf Außenanlagen	nicht erforderlich	+	nicht erforderlich	+	nicht erforderlich	+
Anlagenverfügbarkeit (Betriebssicherheit)	System ist bewehrt und betriebssicher durch Kaskadenlösung	+	System ist bewehrt und betriebssicher	++	System ist bewehrt und betriebssicher	++
Erschließung	Straßenanbindung für Anlieferung vorhanden, keine Erschließungskosten	+	Hausanschluss Gas vorhanden, keine Erschließungskosten	+	Hausanschluss Gas vorhanden, keine Erschließungskosten	+
Reputation nach Ökoaspekten	hoher regenerativer Anteil	++	minimaler regenerativer Anteil	-	kein regenerativer Anteil, jedoch Verdrängungsstrommix durch KWK	+
Schornsteinanlage	Schornstein vorhanden	+	Schornstein vorhanden	+	Schornstein vorhanden	+
Wartung durch Betreiber	regelmäßige Anlagenkontrolle und Ascheentsorgung	--	geringer Wartungsaufwand	++	geringer Wartungsaufwand	++
Wartung durch Installateur	mittlerer Wartungsaufwand	-	mittlerer Wartungsaufwand	-	mittlerer Wartungsaufwand	-
Betriebskosten (Energiekosten)	geringe Energiekosten	+	geringe Energiekosten	+	geringe Energiekosten, Verkauf überschüssiger Strom	++
Investitionskosten	hohe Investitionskosten	-	geringe Investitionskosten	++	hohe Investitionskosten	--
Auswertung Vergleich	Vorteile + Nachteile -	7 7	Vorteile + Nachteile -	13 2	Vorteile + Nachteile -	13 3

Variantenuntersuchung Wärmeversorgung - Blatt 2 / Kostenvergleich

Projekt: Sanierung GS Bruno-H.-Bürgel und Sporthalle
 Straße: Breite Straße 69
 Ort: D - 16255 Eberswalde
 Haustyp: Schulgebäude

Bauherr: Stadt Eberswalde
 Straße: Breite Straße 41-44
 Ort: D - 16255 Eberswalde
 Telefon: -

Kostenanteile	Variante 1	Variante 2	Variante 3
	Pelletkessel	Gasbrennnwert + Solarthermie	BHKW + Gasbrennwert
überschlägige Heizlast	267 kW	267 kW	267 kW
jährlicher Wärmebedarf ca.	293.700 kWh/a	293.700 kWh/a	293.700 kWh/a
Arbeitspreis	Pellets 0,0455 €/kWh	Gas 0,0438 €/kWh	Gas 0,0438 €/kWh
Grundpreis	0 €	244 €	244 €
Wartung & Instandhaltung ca. (exklusive Abschreibung)	4.866 €	2.983 €	4.877 €
Jahreskosten (Wartung, Instandsetzung, Wärme)	18.230 €	16.090 €	17.985 €
Baukostenzuschuss, Hausanschlusskosten, etc.	0 €	0 €	0 €
jährliche Abschreibung für Hausanschluss (20 Jahre)	0 €	0 €	0 €
überschlägige Errichtungskosten Wärmeerzeugung	91.892 €	83.615 €	62.797 €
überschlägige Errichtungskosten Außenanlagen	0 €	0 €	0 €
jährliche Abschreibung für Wärmeerzeugung (Blatt 3)	5.820 €	5.122 €	6.484 €
Errichtungskosten gesamt	91.892 €	83.615 €	97.299 €
Abschreibungskosten gesamt	5.820 €	5.122 €	6.484 €
Gesamtjahreskosten (Wartung, Instandsetzung, Wärme, Strom)	46.370 €	43.128 €	43.432 €

Variantenuntersuchung Wärmeversorgung - Blatt 3 / Betriebskosten

Projekt: Sanierung GS Bruno-H.-Bürgel und Sporthalle
 Straße: Breite Straße 69
 Ort: D - 16255 Eberswalde
 Haustyp: Schulgebäude

Bauherr: Stadt Eberswalde
 Straße: Breite Straße 41-44
 Ort: D - 16255 Eberswalde
 Telefon: -

Ermittlung jährlicher Betriebskosten

Verrechnungssatz Bedienpersonal (Annahme): 60 €/h

	Errichtungs- kosten	Nutzungs- dauer in Jahre	Jährliche Abschreibung	Aufwand Instand- setzung in %	Jährliche Instandsetz- ungskosten	Aufwand Wartung & Inspektion in %	Jährliche Wartungs- kosten	Aufwand für Bedienung	Bedienungs- kosten	Gesamt- Jahreskosten
V1 - Pelletkessel	91.892 €		5.820 €		2.130 €		1.837 €		900 €	10.686 €
2x Pelletkessel 120 kW	58.009 €	15	3.867 €	3	1.740 €	3	1.740 €	15 h/a	900 €	
Pelletlager	19.282 €	30	643 €	1	193 €	0,5	96 €	0 h/a	0 €	
Warmwassererzeugung	4.514 €	15	301 €	1	45 €	0	0 €	0 h/a	0 €	
Verteiler + Pumpengruppen	10.088 €	10	1.009 €	1,5	151 €	0	0 €	0 h/a	0 €	
V2 - Gasbrennwert + Solarthermie	83.615 €		5.122 €		912 €		571 €		1.500 €	8.104 €
2x Gasbrennwertkessel 150 kW	56.050 €	20	2.803 €	1	561 €	1	561 €	20 h/a	1.200 €	
Warmwassererzeugung	6.220 €	15	415 €	1	62 €	0	0 €	0 h/a	0 €	
Solarthermie 9 m²	2.023 €	20	101 €	0,5	10 €	0,5	10 €	5 h/a	300 €	
Solarspufferspeicher 500 l	2.142 €	25	86 €	1	21 €	0	0 €	0 h/a	0 €	
Verteiler + Pumpengruppen	17.179 €	10	1.718 €	1,5	258 €	0	0 €	0 h/a	0 €	
V3 - BHKW + Gasbrennwert	97.299 €		6.484 €		3.029 €		1.133 €		7.200 €	17.846 €
BHKW 6 kW elektr.	39.397 €	15	2.626 €	6	2.364 €	2	788 €	100 h/a	6.000 €	
Gasbrennwertkessel 250 kW	34.503 €	20	1.725 €	1	345 €	1	345 €	20 h/a	1.200 €	
Warmwassererzeugung	6.220 €	15	415 €	1	62 €	0	0 €	0 h/a	0 €	
Verteiler + Pumpengruppen	17.179 €	10	1.718 €	1,5	258 €	0	0 €	0 h/a	0 €	

Die gegebenen Parameter zur Nutzungsdauer sowie Aufwand Instandsetzung, Wartung und Bedienung sind nach VDI 2067/1 (Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen) bestimmt worden.

Variantenuntersuchung Wärmeversorgung - Blatt 4 / Energiebedarf Wärme und Energiekosten pro Jahr

Projekt: Sanierung GS Bruno-H.-Bürgel und Sporthalle
 Straße: Breite Straße 69
 Ort: D - 16255 Eberswalde
 Haustyp: Schulgebäude

Bauherr: Stadt Eberswalde
 Straße: Breite Straße 41-44
 Ort: D - 16255 Eberswalde
 Telefon: -

Ermittlung jährlicher Energiebedarf (Wärme)

Kenndaten:

Gebäudeheizlast	267 kW	
Heizwärmebedarf	523.000 kWh/a	(gem. Gasrechnung AG)
Deckungsanteil BHKW	16 %	(Berechnung gem. Herstellerberechnung)
Gaspreis	0,0438 €/kWh	
Pelletpreis	0,0450 €/kWh	
jährlicher Energiebedarf Warmwasser	500 kWh	(0,4 kWh pro Pers. und Tag)

Ermittlung jährlicher Energiekosten

Varianten	Erzeugte Wärmeenergie	JAZ	Energiekosten Gebäudeheizung	Energiekosten WW- Bereitung über Wärmeerzeuger
V1 - Pelletkessel	523.000 kWh	0,95	24.774 €/a	23 €/a
V2 - Gasbrennwert + Solarthermie			24.113 €/a	23 €/a
2x Brennwertkessel 150 kW	523.000 kWh	0,95	24.113 €/a	23 €/a
V3 - BHKW + Gasbrennwert			24.333 €/a	23 €/a
Brennwertkessel 250 kW	437.228 kWh	0,95	20.159 €/a	23 €/a
BHKW 6 kW (el.)	85.772 kWh	0,90	4.174 €/a	

Variantenuntersuchung Wärmeversorgung - Blatt 5 / Stromverbrauch und Kosten pro Jahr

Projekt: Sanierung GS Bruno-H.-Bürgel und Sporthalle
 Straße: Breite Straße 69
 Ort: D - 16255 Eberswalde
 Haustyp: Schulgebäude

Bauherr: Stadt Eberswalde
 Straße: Breite Straße 41-44
 Ort: D - 16255 Eberswalde
 Telefon: -

Ermittlung jährlicher Energiebedarf

Kenndaten:

Stromverbrauch 41.224 kWh/a (gem. Stromrechnung AG)
 Deckungsanteil BHKW 90 %
 Strompreis allg. 0,2641 €/kWh
 Strompreis Einspeisung 0,1100 €/kWh

Ermittlung jährlicher Energiekosten (Strom)

Varianten	Erzeugter Strom	selbstverbraucher Strom aus Eigenerzeugung	Verkaufter Strom	Erlös verkaufter Strom	Stromverbrauch Netzbezogen	Stromkosten Netzbezogener Strom	Stromkosten
V1 - Pelletkessel	0 kWh	0 kWh/a	0 kWh/a	0 €/a	41.224 kWh/a	10.887 €/a	10.887 €/a
V2 - Gasbrennwert + Solarthermie	0 kWh	0 kWh/a	0 kWh/a	0 €/a	41.224 kWh/a	10.887 €/a	10.887 €/a
V3 - BHKW + Gasbrennwert	37.219 kWh/a	36.102 kWh/a	1.117 kWh/a	123 €/a	5.122 kWh/a	1.353 €/a	1.230 €/a

Variantenuntersuchung Wärmeversorgung - Blatt 6 / Zusammenfassung

Projekt: Sanierung GS Bruno-H.-Bürgel und Sporthalle
 Straße: Breite Straße 69
 Ort: D - 16255 Eberswalde
 Haustyp: Schulgebäude

Bauherr: Stadt Eberswalde
 Straße: Breite Straße 41-44
 Ort: D - 16255 Eberswalde
 Telefon: -

	V1 Pelletkessel	V2 Gasbrennwert + Solarthermie	V3 BHKW + Gasbrennwert
Errichtungskosten (siehe Blatt 2)	91.892 €	83.615 €	97.299 €
Betriebskosten (Wartung, Instandsetzung, Bedienung, Abschreibung) (siehe Blatt 3)	10.686 €/a	8.104 €/a	17.846 €/a
Bedarfsgebundene Kosten Heizung (siehe Blatt 4)	24.797 €/a	24.136 €/a	24.356 €/a
Bedarfsgebundene Kosten Strom (siehe Blatt 5)	10.887 €/a	10.887 €/a	1.230 €/a
Bedarfsgebundene Kosten Gesamt	35.684 €/a	35.023 €/a	25.586 €/a
Jährliche Kosten Gesamt	46.370 €/a	43.128 €/a	43.432 €/a

